

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Studium povrchu substrátu pro kontakt s tenkými povlaky

Study of Surface Substrate for Contact with Thin Coatings

Student :

Milan Straka

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Jitka Podjuklová, Csc.

Ostrava 2010

Zadání bakalářské práce

Student: **Milan Straka**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2303R002 Strojírenská technologie**
Specializace: **70 Strojírenská technologie**
Téma: **Studium povrchu substrátu pro kontakt s tenkými povlaky**
Study of Surface Substrate for Contact with Thin Coatings

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte vlastnosti tenkých organických ochranných povlaků.
2. Prostudujte vlastnosti povrchu substrátu vhodného pro kontakt s tenkým organickým povlakem.
3. Navrhněte metodiku experimentálních prací.
4. Proveďte experimentální zkoušky a jejich vyhodnocení.
5. Zpracujte technickou zprávu v rozsahu 25 - 30 stran.

Seznam doporučené odborné literatury:

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.
KOLASINSKI, K. W.: *Surface Science. Foundations of Catalysis and Nanoscience*. John Wiley and Sons, LTD, England, 2002. 300 s. ISBN 0-471-49245-0.
BROCK, T., GROTEKLAES, M., MISCHKE, P.: *European Coating Handbook*. Vincentz Verlag, Hannover, Germany, 2000. 410 s. ISBN 3-87870-559-X.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010


prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 20. 5. 2010

Milan Škráda

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 20. 5. 2010

Milan Straka

.....
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Milan Straka

Adresa trvalého pobytu autora práce: Příčná 476
Hanušovice 788 33

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STRAKA, M. Studium povrchu substrátu pro kontakt s tenkými povlaky. Ostrava: katedra mechanické technologie, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009, 56 s. Bakalářská práce, vedoucí doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.

Teoretická část této práce je zaměřena na studium povrchu materiálu, válcování za tepla, složení organických povlaků a základní pojmy tenké povrchové vrstvy obsahující částice o malých rozměrech.

Experimentální část se zabývá studiem a zkouškami dvou rozdílných nátěrových systémů aplikovaných na stejný druh povrchu. Barvou je fermež lněná a nátěr obsahující inhibitory koroze. Podkladem jsou válcované trubky. Naměřené údaje jsou zapsány do tabulek a z nich vyvozená hodnocení. Nátěr obsahující inhibitory koroze vyhovoval lépe v korozním prostředí než fermež.

ANNOTATION OF THESIS

STRAKA, M. Study of Surface Substrate for Contact with Thin Coatings. Ostrava: Department of Mechanical Technology, Faculty of Mechanical Engineering VŠB - Technical University of Ostrava, 2009, 56 p. Bachelor thesis, head: Jitka Podjuklová, Prof. Assoc. PhD MSc.

The theoretical part of this work is focused to the study of surface material, hot rolling, the composition of organic coatings and the basic concepts of a thin surface layer containing particles of the small dimensions.

The experimental section deals with studies and tests of two different coating systems applied to the same type of surface. The paint is the varnish flax and paint containing corrosion inhibitors. The substrate are rolled tubes. The measured data are entered into the tables, and the drawn conclusions from them. Paint containing corrosion inhibitors suit in corrosion environment better than the varnish flax.

OBSAH

	strana
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	4
0 ÚVOD	4
1 POVRCH OCELOVÉHO SUBSTRÁTU	4
1.1 Vlastnosti povrchu	4
1.2 Fyzikální vlastnosti povrchu	4
1.3 Geometrické vlastnosti povrchu	4
1.4 Mechanické vlastnosti povrchu	4
1.5 Chemické vlastnosti povrchu	4
2 TVÁŘENÍ ZA TEPLA	4
2.1 Válcování	4
2.1.1 Válcování bezešvých trubek	4
3 OCHRANA POVLAKOVÝMI SYSTÉMY	4
3.1 Druhy povlaků	4
3.2 Organické povlaky	4
3.2.1 Složení nátěrových hmot	4
3.2.2 Nanášení nátěrových hmot	4
4 TENKÁ POVRCHOVÁ VRSTVA	4
4.1 Vlastnosti povlaků obsahujících nanočástice	4
5 NÁVRH EXPERIMENTÁLNÍ METODIKY	4
6 POPIS A HODNOCENÍ EXPERIMENTÁLNÍCH PRACÍ	4
6.1 Označení vzorků	4
6.2 Fotodokumentace povrchu	4
6.3 Zaprášení povrchu vzorků dle ČSN ISO 8502-3	4
6.3.1 Podstata metody	4
6.3.2 Vyhodnocení zaprášení	4
6.4 Měření drsnosti povrchu vzorků dle ČSN EN ISO 4287	4
6.5 Měření smáčivosti	4
6.6 Aplikace nátěrů	4
6.6.1 Kontrola tloušťky mokrého filmu	4
6.7 Měření tloušťky suché vrstvy vzorků	4
6.8 Mřížková zkouška dle ČSN EN ISO 2409	4
6.8.1 Postup mřížkové zkoušky	4

6.8.2 Hodnocení mřížkové zkoušky	4
6.8.3 Zhodnocení mřížkové zkoušky	4
6.9 Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou	
ČSN EN ISO 9227	4
6.9.1 Provozní podmínky solné komory LIEBISCH S400 M-TR	4
6.9.2 Orientační hodnoty mezi realitou a simulací v korozní komoře	4
6.9.3 Hodnocení zkoušky solnou mlhou	4
6.9.4 Zhodnocení zkoušky solnou mlhou	4
7 ZÁVĚR	4
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	4
SEZNAM PŘÍLOH	4
SEZNAM OBRÁZKŮ	4
SEZNAM TABULEK A GRAFŮ	4

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČSN	Česká státní norma	-
EN	Evropská norma	-
ISO	Mezinárodní norma	-
T	Teplota v laboratoři	°C
UV	ultrafialové záření	nm
UVA	dlouhovlnné záření	nm
UVB	středněvlnné záření	nm
PVD	fyzikální odpaření z pevné fáze	-
L	měřená délka	mm
C	uhlík	-
P	fosfor	-
S	síra	-
Rv	největší hloubka prohlubně profilu	μm
Ra	střední aritmetická úchylka profilu	μm
Rp	největší výška výstupku profilu	μm
Rz	největší výška profilu	μm
lr	základní délka	mm
Ag	stříbro	-
Al	hliník	-
Au	zlato	-
Cu	měď	-
Mn	mangan	-
Si	křemík	-
Al ₂ O ₃	oxid stříbřitý	-
Ag ₂ O	oxid stříbrný	-
FeO	oxid železnatý (hematit)	-
Fe ₂ O ₃	oxid železitý (wüstit)	-
Fe ₃ O ₄	oxid železnato-železitý (magnetit)	-
In ₂ O ₃	oxid inditý	-
NaCl	chlorid sodný	-
SiC	karbid křemíku	-



SiO_2	oxid křemičitý	-
Si_3N_4	nitrid křemíku	-
SnO_2	oxid cíničitý	-
TiO_2	oxid titaničitý	-
Y_2O_3	oxid yttritý	-
ZnO	oxid zinečnatý	-
ZrO_2	oxid zirkoničitý	-
λ_c	filtr profilu	mm

0 ÚVOD

Povrchové úpravy používané k ochraně proti korozi jsou v mnoha odvětvích průmyslu velmi důležitou technologií a není tomu jinak ani při přepravě hutních materiálů.

Dodané vzorky jsou z materiálu, který je válcovaný za tepla a používají se ke konstrukci ropovodního potrubí. Při přepravě může být materiál napaden korozí a může dojít k jeho znehodnocení. Aby nedošlo k porušení povrchu, jsou trubky natřeny ochranným povlakem. Doposud aplikovaná fermež lněná už nevyhovuje stále rostoucím požadavkům, a proto se hledá jiný vhodnější nátěr, který by ten stávající nahradil.

Nátěr, který má nahradit fermež, obsahuje inhibitory koroze. I díky těmto inhibitorům, by měl mít tento nátěr vyšší odolnost proti korozi.

Na obou nátěrech provedu vhodné zkoušky, které pomohou k určení vlastností. Výsledky zkoušek mezi sebou porovnám.

1 POVRCH OCELOVÉHO SUBSTRÁTU

Povrch je rozhraní lemující kovový nebo nekovový materiál. Povrch je v kontaktu s vnějším okolím. Odnětím části krystalu se poruší rovnováha sil a systém krystalické mřížky. Každý krystal má u sebe specifické množství krystalů a mezi nimi působí přitažlivé a odpuzivé síly, které jsou v rovnováze. Atomy v povrchové vrstvě mají odlišný počet sousedních atomů, a proto na sebe snadněji vážou jiné atomy z okolí. Snaží se opět vyvážit silové pole. [1]

Charakteristika povrchu směrem do hloubky materiálu je klasifikována dle tabulky 1.

Tab. 1 Oblasti povrchu [9]

Oblast	Rozměr	Funkční ovlivnění
Horní nanovrstva	0,1 nm	Adsorpce, chemické reaktivita
Tenký film oxidace	0,1 – 100 nm	Odrazivost, koroze, tepelná vodivost
Vnější povrchová vrstva	0,1 – 10 μm	Deformace struktury
Celková vrstva	> 100 μm	Adheze, nátěry

1.1 Vlastnosti povrchu

Vlastnosti povrchu můžeme posuzovat, jestliže známe vlastnosti „ideálního“ povrchu. Povrchu, který je fyzikálně čistý a nepůsobí na něj okolní vlivy. Při působení vnějších vlivů nastávají tyto stavy: [7]

- adsorpce

Proces hromadění látek (plynné, kapalné) na povrchu pevné látky. Rozděluje se:

chemisorpce

Molekuly jsou vázány k povrchu chemicky. Rychlost průběhu je velmi vysoká, ale jen ze začátku. Proto vzniká narušení až rozpad dopadajících molekul, vzniknou nové vazby a staré zaniknou. Jakmile je pokrytí téměř dokonalé, klesá rychlost chemisorpce k 0. [1]



Obr. 1 Chemisorpce [1]

fyzikální adsorpce

Molekuly jsou vázány k povrchu materiálu fyzikálními silami, tzv. van der Walsovými silami. Nevznikají a ani nezanikají žádné vazby, pouze se může změnit vzdálenost mezi atomy, popřípadě úhly. Fyzikální adsorpce není specifická, a proto probíhá po celém povrchu. Na první vrstvě může vzniknout ještě další. Celý proces je velmi rychlý. [7]



Obr. 2 Fyzikální adsorpce

[1]

- absorpce

Molekuly jedné fáze se vstřebávají do další fáze a pronikají celým jejím objemem. Absorpce by se dala nazvat rozpouštěním, protože částice mohou proniknout až mezi atomy krystalové mřížky. Je to dáno tím, že atomy mají na povrchu materiálu o polovíčku méně sousedů, a proto mají schopnost vázat je z okolí. [7]



Obr. 3 Absorpce [1]

- inkorporace

Je to proces, při kterém vnikají částice jen do povrchové vrstvy. [7]



Obr. 4 Inkorporace [1]

1.2 Fyzikální vlastnosti povrchu

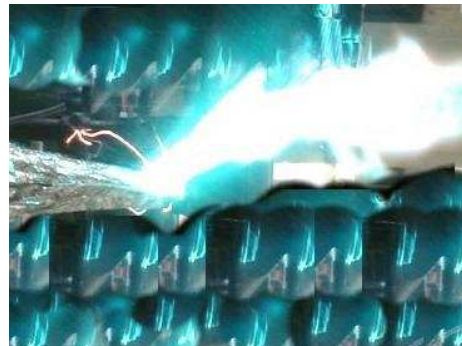
Jsou jedním z nejdůležitějších kritérií pro volbu materiálů. Mezi typické fyzikální vlastnosti patří:

- emise

Ohřevem na vysokou teplotu nebo vnějším dopadem elektronů se mohou odpoutat z povrchu kovu elektrony. Emise se rozděluje na termickou a emisi za studena. Odpoutání elektronů vyžaduje výstupní práci, která je nestálá a záleží na elektrických podmínkách a teplotě. Veliký vliv na vlastnosti emisí se přikládá nečistotám a adsorbovaným plynům. [7]

- elektrické vlastnosti

Určují se pomocí elektronových stavů. Na povrchu dochází ke změnám vazebních sil, potenciálů, mřížkových poruch a změn ve složení. To má velký význam především pro polovodiče. U kontaktů je velmi důležitá elektrická vodivost, protože kontakt dvou těles, kterými prochází proud, má znatelně větší proudovou hustotu a odpor. U velkého zatížení kontaktů může dojít ke zvětšování adheze až nastane svaření obou částí. Předpoklad, že dojde ke svaření, se zvětší s elektrickým odporem, čistotou povrchu, tepelnou vodivostí a táním. [7]



Obr. 5 Svaření vodičů [26]

- optické vlastnosti

Mezi optické vlastnosti patří poměrná odrazivost ρ , poměrná pohltivost α , poměrná propustnost τ . Vznikají při dopadu elektromagnetického vlnění na povrch. Na povrchu se energie tohoto vlnění rozděluje do tří částí, na energii pohlcenou, odraženou a tu, která součástí prochází. Energie, která materiálem prochází, se zanedbává, ale musí se brát ohled na energii, kterou těleso vyzařuje. Význam propustnosti je větší než dříve a to hlavně kvůli využití solární energie. Optické vlastnosti se využívají také u laseru. [1]

1.3 Geometrické vlastnosti povrchu

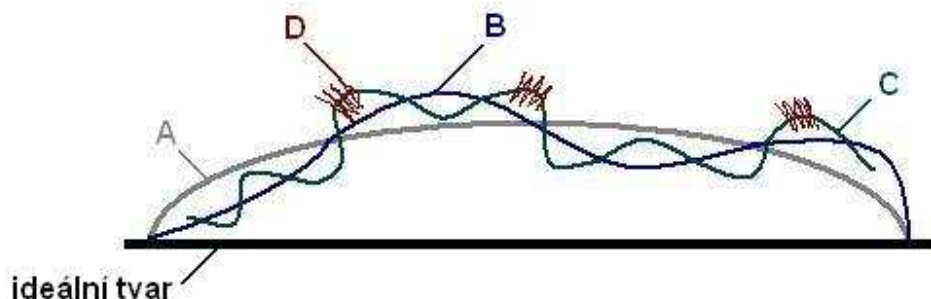
Jsou rozhodující nebo velmi důležitou vlastností z hlediska funkce součástí (optika, namáhání třením, únavou ...). [7]

- odchylky od ideální rovinnosti

Vznikají přípravou povrchu, výrobou a působením vnějších sil. Druhy nerovností rozlišujeme:

A makronerovnosti – mimořádné nerovnosti, které vzniknou pohybem
nástroj-obrobek (trhliny, nepravidelné rýhy, různorodosti)

- B vlnitost povrchu – nerovnost, která se periodicky opakuje (vzniká při obrábění, chvění stroje nebo nástroje)
- C mikronerovnosti – nerovnost, která se pravidelně opakuje a je ovlivněna technologickým pochodem (rýhy po nástroji, drsnost povrchu)
- D ultramikronerovnosti – vznikají snahou povrchu dosáhnout nejstabilnějšího stavu[1]



Obr. 6 Schéma nerovností [1]

Největší stupeň poruch se nachází na povrchu tvářené vrstvy. Průřez vzorku má v povrchové vrstvě tato pásma:

polykrystalické dezorientované pásmo

Pásmo, které je v kontaktu s okolním prostředím. Kov se vyskytuje v malých krystalcích. Krystalky vznikají při leštění rotačními pohyby. Tloušťka pásma je 5 - 10 μm .

polykrystalické orientované pásmo

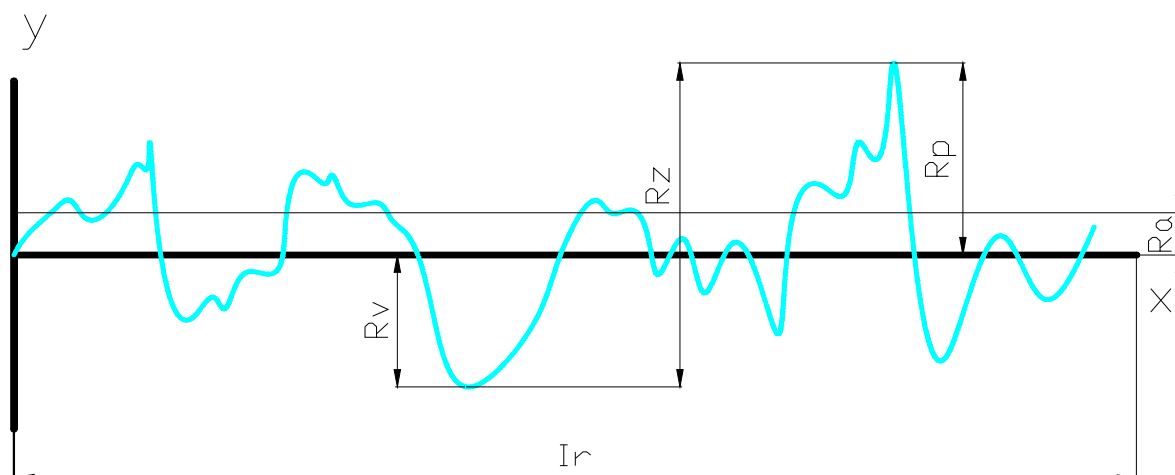
Je to pásmo, které směřuje do hloubky vzorku. Zde jsou orientovány drobné krystalky.

přechodové pásmo

V tomto pásmu přechází krystalky v neporušený kov. [1]

- drsnost

Charakterizuje se jako nerovnosti povrchu s relativně malou vzdáleností. Z velké části je ovlivněna výrobou. Vady povrchu, náhodné nerovnosti a vady materiálu se do drsnosti nezahrnují. Drsnost se posuzuje v příčném nebo podélném směru, záleží na tom, ve kterém z nich převládají nerovnosti. Vyhodnocování parametrů drsnosti se provádí na skutečných profilech. Získávají se jako průsečnice kolmé (šikmé roviny) se skutečným povrchem. [15]



Obr. 7 Základní parametry profilu [6]

R_v – největší hloubka prohlubně profilu [μm]

R_a – střední aritmetická úchylka profilu [μm]

R_p – největší výška výstupku profilu [μm]

R_z – největší výška profilu [μm]

I_r – základní délka (délka ve směru osy x daná tak, aby se rozpoznali nerovnosti měřeného profilu) [mm] [6]

1.4 Mechanické vlastnosti povrchu

Mechanické vlastnosti povrchu se přisuzují nejen k povrchové vrstvě, ale k určité tloušťce materiálu. Mezi mechanické vlastnosti patří: [7]

- tvrdost

Tvrdost je odpor proti vnikání cizího tělesa. Pro zvýšení tvrdosti se může základní materiál upravit (nátěrem, kalit, cementovat nebo také vyrobit jinou technologií). Měření tvrdosti bývá ovlivněno velkým množstvím činitelů (velikost zatěžující síly, dynamika zatěžování...), protože tvrdost povrchové vrstvy a vrstvy uvnitř materiálu se liší. Pro přesnější měření je vhodné použít malé zatížení, které se bude zvětšovat. [7]



- pnutí

Je to napětí, vznikající při montáži nebo zpracování materiálu (lití, tváření, obrábění). Za vznik pnutí zpravidla mohou fázové a nerovnovážné stavy, elastické i plastické deformace v jednotlivých místech povrchové vrstvy. Hlavní vliv na zbytková pnutí má základní materiál, jeho tloušťka a průběh pnutí. Smysl, směr růstu a velikost těchto pnutí se s hloubkou mění. Druhy pnutí závisí na průběhu změn fyzikálních, mechanických a tepelných vlastností. Velikost se určuje dle metody rentgenové tenzometrie nebo ultrazvuku. [7]

1.5 Chemické vlastnosti povrchu

Překrývají se s fyzikálními vlastnostmi, protože se musí brát ohled na síly mezi atomy. Jako chemické vlastnosti povrchu jsou brány:

- změny chemického složení nebo oxidačních stavů

Jedná se především o změny v mezifázovém rozhraní pevná látka – plyn nebo pevná látka – kapalina. Podstatou těchto změn je kombinace anodické oxidace a katodické redukce. Anodická oxidace znamená rozpouštění kovů, které začíná tzv. ionizací, přeměnou molekul na ionty, které přechází do elektrolytu. Vlastnost, která určuje jak lehce může přejít elektron do roztoku, se nazývá ušlechtilost. Katodická redukce je zpravidla redukce oxidu nebo také vylučování vodíku. [7]

- iontová vodivost elektrolytu

V elektrolytu jsou nositelem elektrického náboje dva druhy iontů. Ve vodním roztoku nastává hydratace, ionty se vážou s molekulami vody a vzniknou kladné a záporné molekuly. Hydratace je důležitá pro korozní pochody, ovlivňuje změnu energie při přechodu kovových iontů do roztoku. [7]

- rozpustnost

Vysvětluje se jako závislost mezi anodovým proudem a potenciálem. Rozpustnost se dělí podle stavů na aktivní a pasivní. V pasivním stavu vznikají nerozpustné sloučeniny s malou korozní rychlostí a korozním proudem. Filmy, které vzniknou, jsou velmi tenké, mohou působit jako membrána a mají výborné ochranné vlastnosti. Stabilita této vrstvy se



ovlivňuje nejen termodynamickými nebo elektrickými vlastnostmi, ale i odolností proti chemickým nebo mechanickým vlivům. Rozpouštění v aktivním stavu probíhá téměř u všech kovových povrchů, které nejsou pokryté vrstvou filmu. Na povrchu kovu vzniká oxidická vrstva, která zbrzdí průchod anionů z elektrolytu na povrch kovu a atomů kovu do roztoku. Tento děj probíhá působením atmosféry nebo roztoku na povrch. [7]

2 TVÁŘENÍ ZA TEPLA

Je to zpracování kovů, které probíhá nad rekrystalizační teplotou. Na materiál působí vnější síly a mění jeho tvar, aniž by se porušila celistvost. Při každém ohřevu se mění povrch materiálu v oxidy, které se tvářením odlupují v šupinách, nazývají se okuje. Teplota tvářením materiálu je vyšší než 70 % teploty tání, a proto stačí síly několikrát menší než u tvářením za studena. Nevýhodou je zdlouhavý a nákladný proces, naopak výhodou je odstranění trhlin, bublin. [13]

2.1 Válcování

Proces tvářením kovů, při kterém prochází tvářením materiál mezi otáčejícími se válci (válcovací stolice). Při průchodu válcovací stolicí se materiál přetváří (prodlužuje, stlačuje). Technologie válcování za tepla se používá v těžkém průmyslu, hlavně hutnictví. Válcováním vzniknou nejdříve polotovary - předvalky a z nich konečné výrobky – vývalky. Vývalky jsou: [5]

- tvarové profily a nosníky
- kolejnice
- plechy
- bezešvé trubky
- dráty větších průměrů [4]



Obr. 8 Válcování [27]

Druhy válců:

- hladké (pro válcování plechů)
- rýhované (pro válcování předvalků)
- kalibrovací (pro válcování profilů) [5]

Válcovací stolice je tvářecí stroj, určený pro tváření materiálu pomocí tlaku dvou protilehlých válců. Válcovací stolice se dělí na:

- jednosměrné dvouválcové stolice
- vratné dvouválcové stolice (reverzní)
- tříválcové stolice (malý prostřední válec)
- universální stolice (kromě vodorovných válců i svislé) [4]

Válcovací trať se skládá z několika válcovacích stolic uspořádaných za sebou nebo vedle sebe. Velké válcovací tratě dosahují délky i několik stovek metrů.

2.1.1 Válcování bezešvých trubek

Hlavní části technologického postupu:

- výrobu dutého polotovaru
- válcování dutého předvalku na hotovou trubku
- kalibrace a chlazení [13]

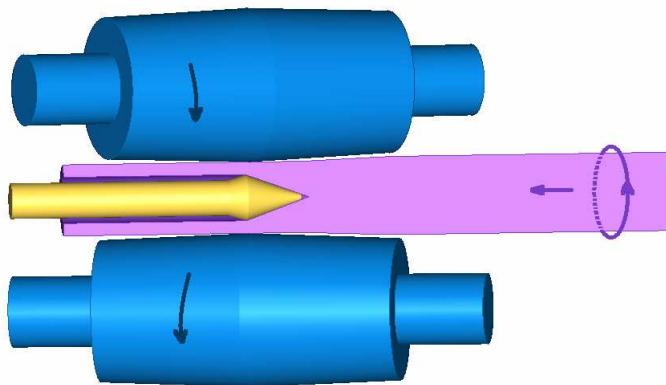


Obr. 9 Válcování bezešvých trubek [28]

Způsoby technologie výroby se dělí:

- Mannesmanův způsob

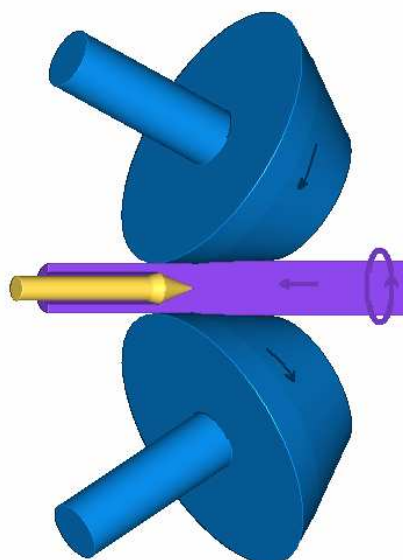
Válcování vývalku mezi dvěma válci s mimoběžnými osami a stejného smyslu otáčení, čímž se uděluje šroubovitý posuv válcovanému materiálu. Na vývalek působí jednosměrné stlačení, ve středu vývalku vznikne velké tahové napětí, které poruší materiál a vytvoří ve vývalku dutinu. Trn slouží ke kalibrování trubky, v celé své délce má stejnou tloušťku stěny. Úhel natočení válců bývá kolem 3° až 7° . K získání potřebné deformace se během procesu mění vzdálenost mezi válci. [13]



Obr. 10 Mannesmanův způsob [13]

- Stiefelův způsob

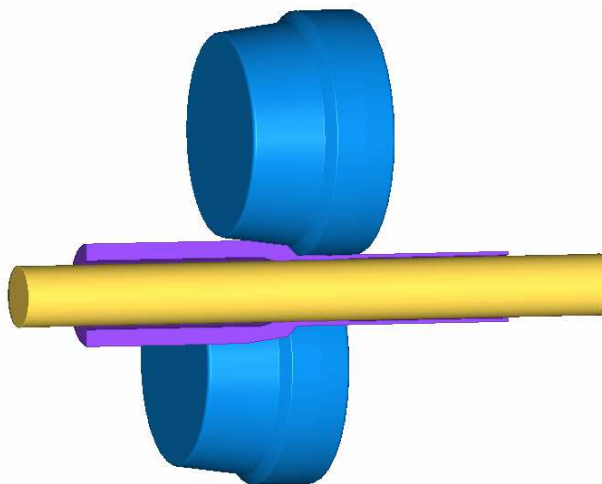
Tento způsob má stejný princip jako Mannesmanův, rozdíl je jen ve tvaru válců, zde jsou to kotouče.



Obr. 11 Stiefelův způsob [13]

- Asselův způsob

Mimoběžné kuželové válce umístěné pod úhlem 10° až 15° . První kužel je záběrový neboli zaváděcí. Druhý kužel slouží jako válcovací, vytváří velkou část deformace. Kužel třetí slouží k vyhlazení povrchu a kalibraci vnějšího průměru. Čtvrtý kužel je výstupní. [13]



Obr. 12 Asselův způsob [13]

Další způsoby válcování bezešvých trubek:

- Spojité válcování trubek
- Diescherův způsob
- Výroba na tratích s tlačnou válcovací děrovací hlavou [13]



3 OCHRANA POVLAKOVÝMI SYSTÉMY

Povlakem rozumíme povrchovou vrstvu s rozhraním mezi základním kovem a prostředím. Používá se jako prostředek k ochraně proti korozi. Vznik povlaku je nejčastější druh protikorozní ochrany. Mění povrchové vlastnosti výrobku, vzhled a fyzikální vlastnosti (tvrdost, změna koeficientu tření, změna tepelné a elektrické vodivosti povrchu, zvýšení otěruvzdornosti, reflexivity atd.). [2]

V této době jsou velmi různorodé a rozsáhlé nároky na povrchovou úpravu. Ke splnění těchto nároků se využívá buď ochranný pasivní systém (stejný materiál v jedné nebo několika vrstvách) nebo povlakový systém (různé materiály v několika vrstvách). Nejčastějším požadavkem uživatelů je splnění funkčních, dekorativních i vzhledových vlastností po dobu životnosti povlaku. [2]

3.1 Druhy povlaků

Povlaky se rozdělují na:

- **Anorganické povlaky**

- elektrochemické pokovování (galvanické, elektrolytické)
- chemické pokovování (barvení, oxidace, chromatování, fosfátování)
- tepelné povrchové úpravy (pokovování v roztavených kovech, difúzní pokovování)

- **Organické povlaky**

- nátěrové hmoty a nátěry
- povlaky z plastických hmot
- dočasná ochrana vosky, tuky, oleji

3.2 Organické povlaky

Slouží jako korozní ochrana na základě nátěrových hmot a plastů. Tvorba organických povlaků je nejvíce rozšířená a ekonomicky výhodná technologie. Zabraňuje přístup vody a agresivnějších složek k povrchu. Chrání povrch před přístupem vody, ale i agresivnějších složek. Protože nátěry jsou pórovité, podléhají částečně korozi. Přidáním pigmentů a inhibitorů se koroze zpomalí nebo úplně zastaví. Naopak plastové povlaky chrání povrch bariérově, tvoří překážku, a proto musí být bezpórovité. [2]

Nátěrové hmoty:

Nátěr je souvislý jednovrstvý nebo vícevrstvý ochranný povlak. Podle účelu se dělí:

- ochranný
- dekorativní
- signální (bóje)
- maskovací (vojenský průmysl)
- speciální (tepelně nebo elektricky vodivé) [2]

Složení nátěrových hmot:

- transparentní (lak, fermež)
- pigmentované (email, tmel, barva) [2]

Rozdělení nátěrových hmot podle:

- filmotvorných látek (asfaltové, lihové, olejové, syntetické, vodní)
- obsahu pigmentu (pigmentované, transparentní)
- způsobu nanášení (stříkací, štětcem, stěrkou, elektroforézou, máčení)
- zasychání
- teploty zasychání (na vzduchu 20°C, při vypalování 100°C, přisoušení)
- klimatické odolnosti (vnitřní, venkovní)
- nátěrových vrstev (napouštěcí, základní, podkladové, vrchní) [2]

3.2.1 Složení nátěrových hmot

Nátěrové hmoty se skládají z:

- filmotvorné složky (pojiva)

Netěkavé látky, jejichž funkcí je vytvořit nátěrový film, slouží jako prostředí pro pigmenty, plniva. Jsou to epoxidové pryskyřice, vysychavé oleje, přírodní živce, alkyly [2]

- těkavé složky (rozpouštědla)

Nejčastěji to jsou organické kapaliny, které převádí filmotvorné složky do roztoku a rozpouští pojiva. Také se pomocí nich upravuje viskozita. Rozhodujícím rozpouštědlem u emulzních a vodou ředitelných barviv je voda. Jako další rozpouštědla se používají benzíny, ketony, tolueny, estery. [2]

- pigmenty

Organické a anorganické jemné částičky rozptýlené v pojivě. Důležitá složka, která výrazně ovlivňuje vlastnosti nátěru (barevný odstín, krycí schopnost, tvrdost, snižují stárnutí, zvyšují tepelnou a korozní odolnost). [2]

Pigmenty se dělí:

a) inhibitorové pigmenty

Ochrana může být zajištěna několika způsoby (regulací pH, tvorbou inhibičních látek, elektrochemickou ochranou a pasivací). Pasivací se vytvoří na povrchu špatně rozpustné sloučeniny, které zpomalí nebo zabrání vzniku koroze. Použití při výrobě základních nátěrových hmot. Mezi inhibitorové pigmenty patří suřík, zinková žluť, kyanamid olovnatý, chroman olovnatý, zinkový prach. [2]

b) neutrální pigmenty

Zlepšují fyzikální vlastnosti, používají se jak při výrobě vrchních nátěrů, tak při výrobě základních nátěrů. Mezi neutrální pigmenty patří chroman olovnatý, titaničitan olovnatý, titanová běloba, zinková běloba, kysličníky železa. [2]

c) stimulující pigmenty

Nepoužívají se pro základní nátěry, mají dobrou elektrickou vodivost a jsou chemicky netečné, proto se přidávají do vrchních nátěrů. Mezi stimulující pigmenty patří grafit, saze. [2]



- plnidla

Jemné, v pojivech nerozpustné práškovité minerální látky. Kompenzují technologické vlastnosti (zabraňují smrštění nátěru). Mezi plnidla patří (mastek, kaolín, vápenec, křída). [2]

- pomocné látky

aditiva - ovlivňují viskozitu nátěrových hmot

smáčedla - zajišťují pravidelné rozložení pigmentů

sušidla - využívají se při vysychání (oleje)

barviva - určují barevný odstín nátěrových hmot

zvláčňovadla – přísady, které jsou obsaženy ve vysychavých olejích

3.2.2 Nanášení nátěrových hmot

Při volbě technologie se musí brát ohled na velikost, tvar, množství, kvalitu a požadované vlastnosti upravovaných předmětů. Dále kvalita, hospodárnost a vlastnosti jednotlivých nátěrových hmot. [2]

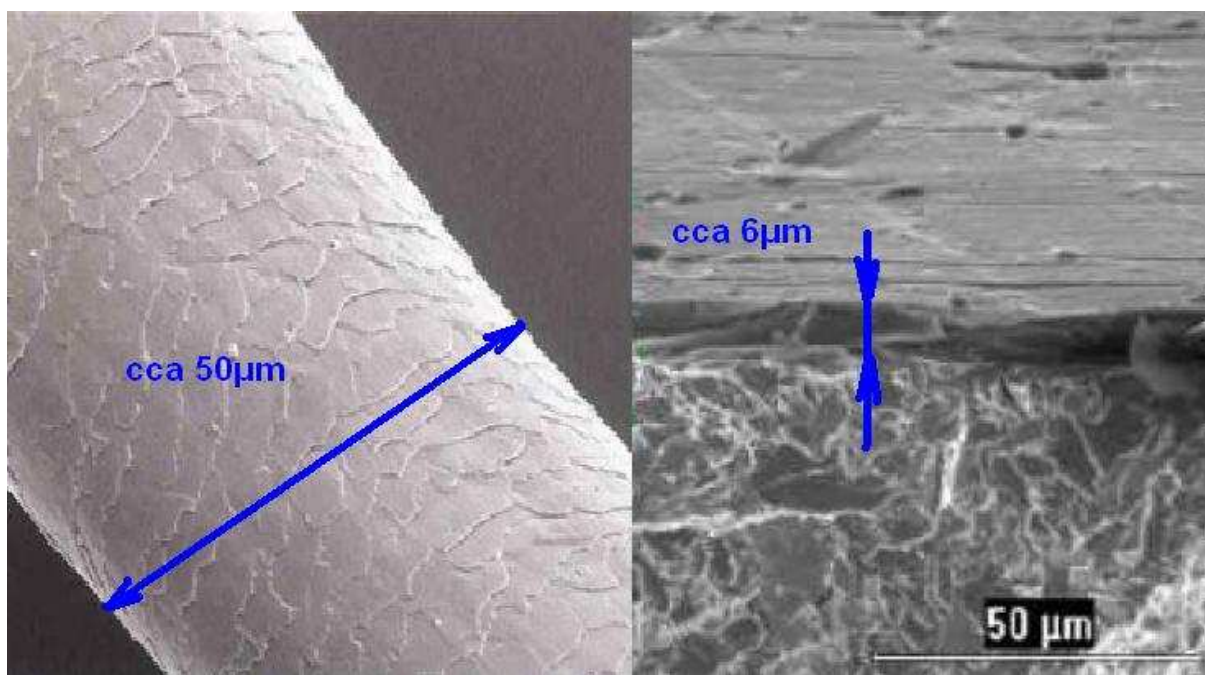
- nanášení štětcem

Nejpoužívanější způsob nanášení vyžaduje kvalitní štětec s délkou štětín maximálně 5 cm, jsou-li delší, podvazují se pro zpevnění. Štětec se namočí do nátěru, po chvilce se otře o hranu nádoby, nátěr se dostane ke všem štětínám. Nátěr se vytvoří 3-4 tahy. Tlak na štětec se stupňuje. Při vícevrstevném natírání se další vrstva roztírá kolmo na původní. Štětcem se dosahuje velmi dobré soudržnosti, a proto i přes značnou pracnost, se natírají lodě štětcem. Nevýhodou nanášení štětcem je praxe pracovníka. [2]

- nanášení navalováním
- nanášení namáčením
- nanášení poléváním
- nanášení pneumatickým stříkáním
- nanášení ohřátých nátěrů
- nanášení vysokotlakým stříkáním
- nanášení pomocí elektrických sil
- elektroforézní nanášení [2]

4 TENKÁ POVRCHOVÁ VRSTVA

Za tenkou povrchovou vrstvou považujeme vrstvu materiálu, která má tloušťku do 100 μm a může dosahovat velikosti až několik desítek nanometrů. V tenké vrstvě lze použít částice o velikosti nanometrů, které upravují její vlastnosti (viz. Tab. 2).



Obr. 13 Porovnání tloušťky lidského vlasu a tenké vrstvy [10]

Základní pojmy:

Nanomateriály – materiály jejichž nové vlastnosti vykazují charakteristické znaky (částice, shluky, dutiny) a rozměr částic mají 1-100 nm, alespoň v jednom směru [8]

Nanotechnologie – aplikace znalostí sloužících k vytvoření materiálů, struktur a zařízení [8]

Nanověda – zabývá se studiem látek atomové a molekulární velikosti, při které se vlastnosti výrazně liší od vlastností při větších rozměrech [8]

Tab. 2 Přehled vlastností tenké vrstvy s nanočásticemi

Nanočástice	Vlastnosti	Použití
částice stříbra Ag_2O	antibakteriální účinek, impregnace	oděvy, lékařství (povrch lékařských nástrojů) a přidává se do fasád
Al_2O_3 , Au, Cu	dobrá elektrická vodivost, ochrana proti korozi	používají se na kontakty polovodičů
In_2O_3 , SnO_2	průhledné, elektrická vodivost	povrchová úprava skla, solární panely
TiO_2	odráží sluneční paprsky (chrání před UV)	kosmetika, laky s reflexními vlastnostmi, solární panely
ZrO_2	kosmetika, laky, snížení tepelné vodivosti povlaků	tepelné bariéry
hematit Fe_2O_3	chrání před UV zářením, katalytické vlastnosti se využívají v automobilovém průmyslu (zpevnění pneumatik, airbagy), magnetické vlastnosti lékařství (filtrace)	využití nachází v detoxikaci postiženého území, kosmetika, raketový průmysl, vojenský průmysl
SiO_2	zabraňuje srážení vody na skle (automobily, brýle, obkladačky)	medicína (doprava léku do organismu)
Vrstvy z uhlíku (SiC)	ochrana před opotřebením	řezné nástroje
karbidu křemíku, diamantu a B_4C	vysoká tvrdost	lapování (velmi přesné 1- 2nm)
ZnO	antibakteriální účinky, fyzikální a chemická stabilita, schopnost chránit před UV světly (UVA a UVB). piezoelektrické, optické a elektrické vlastnosti	medicína (náhrady cév, srdečních chlopní, konstrukce umělých kloubů a kostí) kosmetika, elektronika, optika, barvy, textilní průmysl
Si_3N_4	otěruvzdorné vlastnosti (nanáší se PVD technologií)	
Y_2O_3		nástřiky na ochranu kelímků
Au, Ag	vysoká schopnost rozptylovat světlo	optika
magnetit (Fe_3O_4)		střelka kompasu
wüestit FeO	antikorozní	ochrana proti korozi

4.1 Vlastnosti povlaků obsahujících nanočástice

- samočisticí schopnost

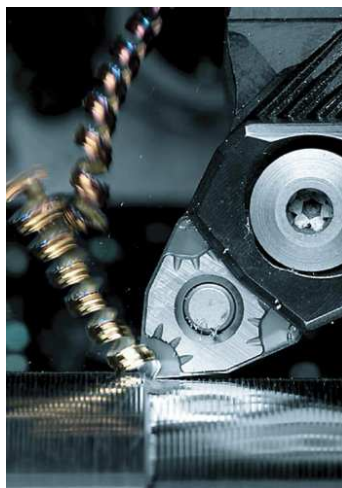
Samočisticí schopnost povrchu umožňuje jev tzv. lotosový efekt. Kapka vody po lotosovém květu steče a nezanechá žádné stopy (nečistoty, vodu) a to díky jeho jemné struktuře. Vytvořená nanostruktura plní stejnou funkci. Předpokládá se využití v mnoha odvětvích, například v automobilovém průmyslu, použití nanonátěru na ráfky kol a později možná i celý automobil. [14]



Obr. 14 Lotosový efekt [29]

- mechanická odolnost (odření, poškrábání, zvýšení tvrdosti)

Husté propojení je možné dosáhnout díky velikosti anorganických částic křemíku. Toto propojení zajišťuje zvýšenou tvrdost a odolnost proti poškrábání. Zvýšení těchto vlastností se dá využít u motorů a převodovek, u řezných nástrojů. [14]



Obr. 15 Řezný nástroj opatřený nanovrstvou [30]

- ochrana proti bakteriím, plísním, stárnutí materiálu, vodní páře a chemikáliím, opotřebení, korozi

Například zlepšení životnosti a záběru pneumatik se dosáhne přidáním nanočástic sazí a silikátů. Křemíko-organické nanonátěry mohou poskytnout bariéru, která chrání základní materiál před korozí, vodní párou a chemikáliemi. [14]

- ochrana před UV zářením

Používá se u opalovacích krémů, oken, brýlí atd. Okna autobusů se vyrábí vložením listu nanočástic mezi dvě vrstvy skla. Tenký list nanočástic zrcadlí paprsky infračerveného záření a tím i předchází přehřátí interiéru. [14]



Obr. 16 Sklíčka brýlí [31]

- antireflexní schopnost

Používá se u nákladních automobilů. Nanonátěr nanesený na palubní desce zbraňuje oslnění řidiče. [14]

- přeměna solární energie na elektrickou

Princip solárního článku, který je vyrobený ze světlocitlivé barvy, je relativně jednoduchý. Molekuly červeného barviva absorbují sluneční světlo, uvolňují elektrony, které se převádí do nanočástic oxidu titaničitého, a ty jsou uloženy v elektrolytu. Elektrolyt vede elektrony na kladnou elektrodu pomocí iontů jódu. Výhodou solárního nátěru je velká plocha využitelného povrchu (oblé hrany, osazení...), výroba elektrické energie je málo závislá na úhlu dopadu světla. Nátěr o velikosti několika čtverečných centimetrů dokáže pohánět malý elektromotor. [14]



Obr. 17 Solární panely [32]



5 NÁVRH EXPERIMENTÁLNÍ METODIKY

- | | |
|------------------|--|
| Povrch materiálu | <ul style="list-style-type: none">- označení vzorků- fotodokumentace povrchu- zaprášení povrchu vzorků dle ČSN ISO 8502-3- měření drsnosti povrchu vzorků dle ČSN EN ISO 4287- měření smáčivosti |
| Aplikace nátěru | <ul style="list-style-type: none">- štětcem |
| Zkoušky nátěrů | <ul style="list-style-type: none">- měření tloušťky suché vrstvy vzorků- mřížková zkouška dle ČSN EN ISO 2409- korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou dle ČSN EN ISO 9227 |

6 POPIS A HODNOCENÍ EXPERIMENTÁLNÍCH PRACÍ

Pro experimenty byly použity vzorky válcovaných trubek za tepla o rozměrech 100 x 150 x 6,3 (viz. Obr. 18), byly vyrobeny z materiálu S355J2H (11 503). Tyto vzorky byly dodány firmou VÁLCOVNA TRUB TŽ, a.s.

Dále byly aplikovány 2 druhy nátěrů, fermež lněná P 6420 dodána firmou BARVY A LAKY HOSTIVAŘ a.s. (viz. příloha A) a nátěr obsahující inhibitory koroze dodaný firmou z Ruské federace NII LKP Choťkovo.



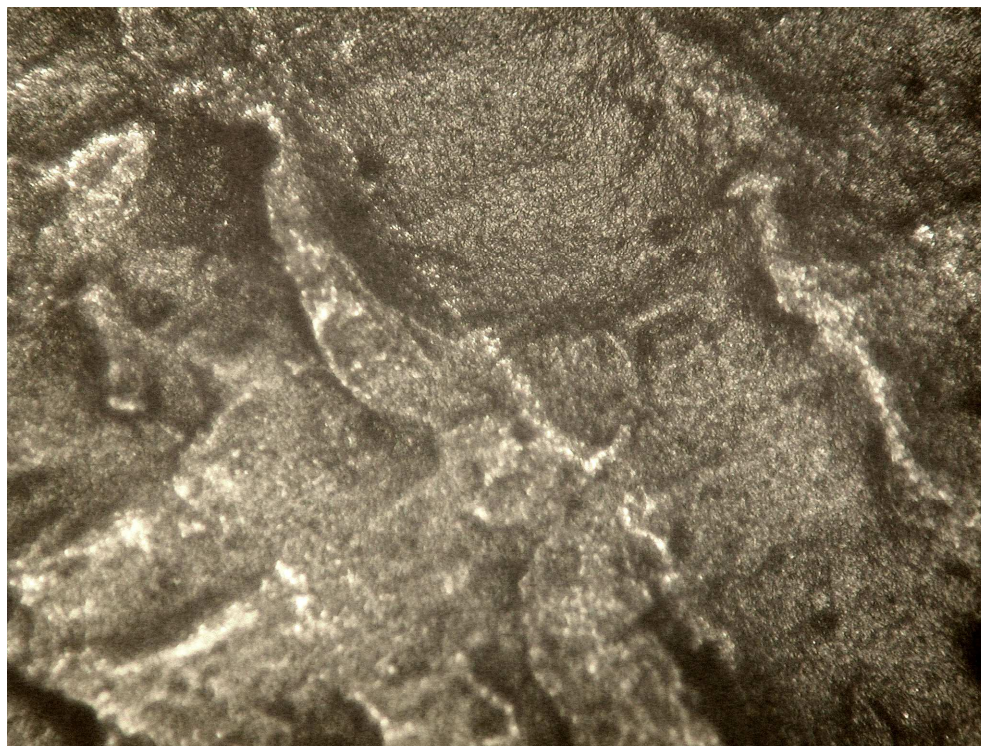
Obr. 18 Válcovaná trubka

6.1 Označení vzorků

Vzorky byly označeny podle druhu nátěru, který byl u nich použit, písmeny N a F. Písmenem N byly označeny vzorky, na které byl aplikován nátěr obsahující inhibitory koroze, a písmeno F značí vzorky natřené lněnou fermeží P 6420.

6.2 Fotodokumentace povrchu

Fotodokumentace byla provedena na mikroskopu NEOPHOT 2 se zvětšením 100x



Obr. 19 Povrch válcované trubky zvětšení 100x

Tab. 3 Mechanické vlastnosti oceli S355J2H (11 503)

Mechanické vlastnosti	
Mez kluzu Re min [MPa]	355
Mez pevnosti v tahu Rm [MPa]	470 - 630
Tažnost A ₅ [%]	22

Tab. 4 Chemické složení oceli S355J2H (11 503)

Chemické složení						
Prvek	C	Mn	Si	P	S	Al
Obsah [%]	0,022 max	1,60 max	0,55 max	0,03 max	0,03 max	0,02 min

6.3 Zaprášení povrchu vzorků dle ČSN ISO 8502-3

Zkouška se provádí na ocelovém povrchu těsně před nanesením nátěru, protože nečistoty ovlivňují funkčnost ochranných povlaků. Touto metodou se zjišťuje množství a velikost prachových částic na povrchu. [16]

6.3.1 Podstata metody

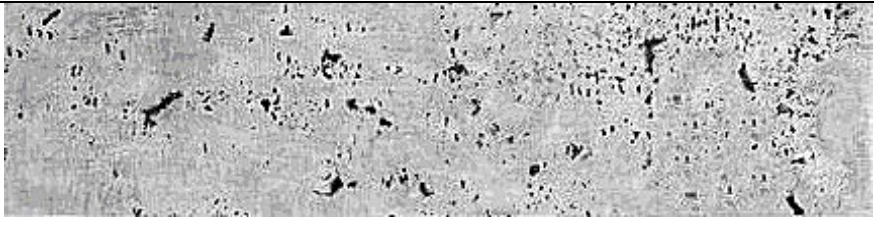
Zkouška byla provedena v laboratoři VŠB – Technické universitě Ostrava. Teplota v laboratoři byla $T = 20,3\text{ °C}$ a vlhkost 24%. U vzorků připravených k natírání byla stanovena prašnost povrchu vzorku (metoda snímání lepicí páskou) dle ČSN ISO 8502-3. Bezbarvá, průhledná samolepicí páska byla lehce přitlačena na ocelový povrch, připravený pro natírání. Páska se zachyceným prachem byla sejmuta pod úhlem 180° a nalepena na podklad, kterým byl bílý papír. Následovalo vyhodnocení hustoty a velikosti prachových částic.


Hodnocení bylo provedeno vizuálně s odpovídajícími tabulkami, které jsou obsaženy v normě. Hodnocení hustoty částic je očíslováno 1-5 (1 – minimální zaprášení, 5 – maximální zaprášení). U hodnocení velikosti částic je číslování 0-5. Tabulky jsou zobrazeny v příloze B.


6.3.2 Vyhodnocení zaprášení

U dodaných vzorků byla hodnocena zaprášenost povrchu. Pro zachování reálných podmínek nebyl povrch nijak očištěn. Množství prachu bylo hodnoceno u všech zkoušených vzorků nejvyšším stupněm 5. Také velikost prachových částic byla hodnocena u všech zkoušek číslem 5, protože některé částice měly větší rozměr než 2,5mm.

Tab. 5 Zaprášení

Zaprášení samolepicí páska A	
Stupeň zaprášení	5
Třída velikosti částic	5

Zaprášení samolepicí páska B	
Stupeň zaprášení	5
Třída velikosti částic	5

Zaprášení samolepicí páska C	
Stupeň zaprášení	5
Třída velikosti částic	5

6.4 Měření drsnosti povrchu vzorků dle ČSN EN ISO 4287

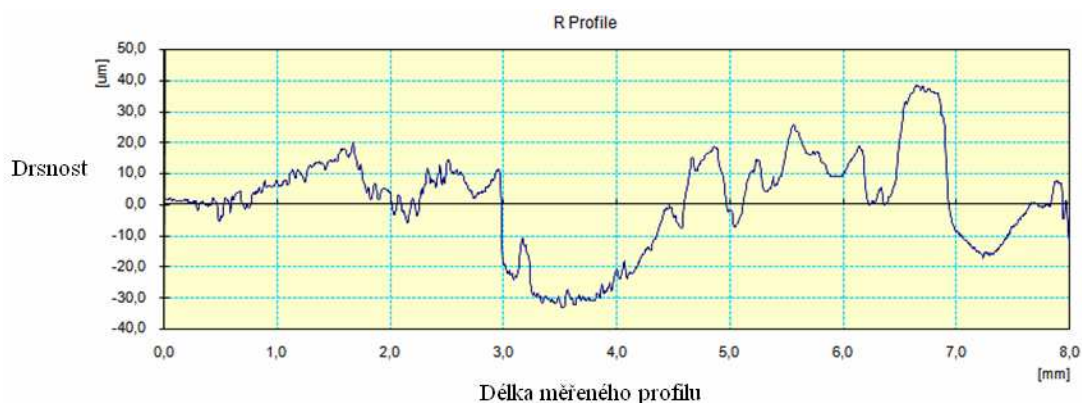
Než byl aplikován nátěr, byla změřena drsnost povrchu vzorku. Toto měření bylo opakováno 10x dle ČSN EN ISO 4287. Použitý přístroj Mitutoyo Surftest SJ – 301 (viz. Obr. 20). Naměřené a zprůměrované hodnoty byly zapsány do tabulky 7.



Obr. 20 Mitutoyo Surftest SJ – 301

Parametry měření byly zvoleny dle ISO 97. $\lambda_c = 8 \text{ mm}$
 $L = 8 \text{ mm}$

λ_c - filtr profilu (určuje rozhraní mezi složkami vlnitosti a drsnosti)
 L - měřená délka

Graf 1 Parametry drsnosti**Tab. 6** Parametry měření k danému grafu

Work Name	Sample	Operator	Mitutoyo
Measuring Tool	SurfTest SJ-301	Comment	Ver2.1
Standard	ISO 97	L	8mm
Profile	R	λ_c	8 mm
Range	AUTO	Filter	GAUSS
Ra	12.04 μm	RLo	8.095 μm
Rz	71.33 μm	Rsk	-0.07
Rq	15.63 μm	Rku	2.97
Rp	38.16 μm		
Rv	33.18 μm		

Tab. 7 Naměřené drsnosti povrchu vzorků

Měření drsnosti dle ISO 1997											Průměrné hodnoty [μm]
Parametr	Měření										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ra	15,96	11,1	7,34	10,35	9,66	12,22	13,06	15,43	12,04	17,93	12,51
Rz	81	46,51	39,18	51,66	54,64	68,37	60,21	78,17	71,33	94,82	64,59
Rq	19,85	13,1	8,81	12,67	12,18	14,94	15,68	19,37	15,63	21,98	15,42
Rp	47,07	18,97	19,21	28,36	22,91	36,36	31,17	30,41	38,16	40,29	31,29
Rv	33,93	27,54	19,97	23,3	31,72	32,01	29,04	47,76	33,1	54,53	33,29
Rsk	0,54	-0,72	0,21	0,53	-0,84	0,49	-0,01	-0,27	-0,07	-0,63	-0,77
Rku	2,65	2,15	2,36	2,18	2,94	2,56	1,93	2,28	2,97	2,41	2,44
RLo	8,17	8,103	8,068	8,08	8,089	8,082	8,126	8,056	8,095	8,123	8,10

Ra - střední aritmetická úchylka profilu [μm]

Rz - největší výška profilu [μm]

Rq – průměrná kvadratická úchylka profilu [μm]

Rp - největší výška výstupku profilu [μm]

Rv - největší hloubka prohlubně profilu [μm]

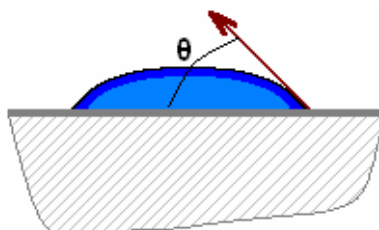
Rsk - šikmost posuzovaného profilu [-]

Rku - špičatost posuzovaného profilu [-]

RLo - rozvinutá délka měřeného profilu [mm] [6]


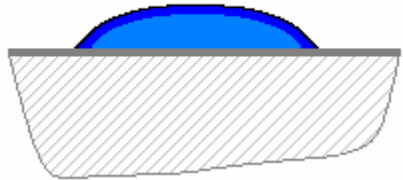
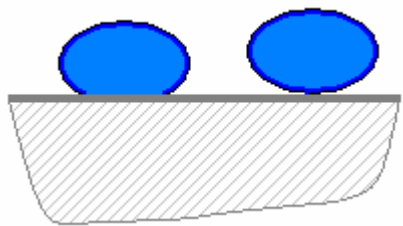
6.5 Měření smáčivosti

Smáčivost je termín, kterým se označuje povrch jevící schopnost slučovat se s kapalinou, která povrch smáčí. Typy smáčení jsou uvedeny v tabulce 8.



Obr. 21 Úhel smáčení [33]

Tab. 8 Typy smáčení povrchu [9]

Úhel smáčení	Typ smáčení	Povrch
$\theta = 0^\circ$	Ideální 	Povrch, který má schopnost slučovat se s kapalinou (smáčí se)
$0^\circ < \theta < 90^\circ$	Dobrá 	
$90^\circ < \theta < 180^\circ$	Špatná – žádná 	Povrch, který nemá schopnost slučovat se s kapalinou (nesmáčí se)

Čím je vyšší povrchové napětí, tím lepší je přilnavost povlaku. Povrchové napětí se měří pomocí inkoustů ARCOTEST (viz. Obr. 22), které se aplikují na povrch vzorku.

Jako první byl vyzkoušen inkoust 38 mN/m (jednotka – milinewton na metr), tato hodnota se považuje za hranici mezi dobrou a špatnou smáčivostí. Inkoust se slil do kapek, přilnavost byla velmi špatná. Potom byl na vzorek použit inkoust 35 mN/m, ale výsledek byl úplně stejný. Přilnavost povlaku může být značně ovlivněna, a proto by bylo vhodné povrch odmastit nebo chemicky upravit.

Pro zachování reálných podmínek nebyl před aplikací nátěru povrch vzorků odmaštěn.



Obr. 22 Testovací inkousty [34]

Tab. 9 Hodnocení povrchového napětí vzorků

Typ vzorku	Hodnota inkoustu	
	38mN/m	35mN/m
Válcovaná trubka	Špatná smáčivost	Špatná smáčivost

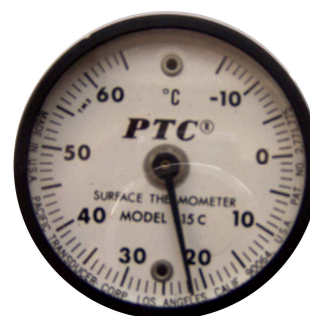
6.6 Aplikace nátěrů

Nátěry obsahující inhibitory fermeže byly aplikovány na vzorky štětcem. Vzorky byly předehřáté na teplotu 35 °C v peci SN30/H (viz. Obr. 23), tato teplota byla kontrolována pomocí dotykového teploměru DUAL MAGNET SURFACE THERMOMETER MODEL 315e (rozsah teplot -15 až 65°C) (viz. Obr. 24). Nátěr byl nanesen v jedné vrstvě a její tloušťka byla 150 µm, aby po zaschnutí vznikla tloušťka suchého nátěru 100 µm. Okamžitě po aplikaci byl nátěr vysušen horkým vzduchem o teplotě 70°C po dobu 5 minut. Tak bylo dosaženo předehřátého povrchu na teplotu 65°C. Poté byly vzorky ponechány 2 hodiny na vzduchu, aby nátěr doschnul. Doschnutí probíhalo v laboratoři při teplotě $T = 20,3$ °C a vlhkosti 24%.

Fermež byla na vzorky nanášena také štětcem. Pro zachování reálných podmínek nebyla kontrolována tloušťka mokré vrstvy, teplota povrchu ani vysoušení.



Obr. 23 Pec SN30/H



Obr. 24 Dotykový teploměr 315e

6.6.1 Kontrola tloušťky mokrého filmu

Tato kontrola je pouze orientační. Tloušťka vrstvy byla kontrolována bezprostředně po aplikaci nátěru hřebenovou měrkou dle ČSN EN ISO 2808. Byla použita hřebenová měrka firmy BASTRO (rozsah měření 25-2000 μm) (viz. Obr. 25).

Postup zkoušky

Hřebenová měrka se před použitím zkontroluje, jestli jsou zuby čisté a neopotřebované. Na natřený povrch se měrka přitiskne, u trubek se musí dbát na jejich zakřivení a měřit ve směru rovnoběžném se zakřivením. Po smočení zubů se měrka oddělá a nejvyšší smočený zub měrky se zaznamená jako tloušťka mokrého filmu. [23]



Obr. 25 Hřebenová měrka BASTRO

6.7 Měření tloušťky suché vrstvy vzorků

Jakmile byl nátěr vysušen, byla vykonána na každém vzorku kontrola suchého filmu. Měření se na každém vzorku opakovalo 10x. Naměřené hodnoty u vzorku s nátěrem obsahujícím inhibitory koroze byly zapsány do tabulky (viz. Tab. 10) a hodnoty naměřené u fermeže byly zapsány do tabulky (viz. Tab. 11). K měření byl použitý přístroj ELCOMETR 456 (rozsah měření tloušťky od 0-1500 μm) (viz. Obr. 26).



Obr. 26 ELCOMETR 456

Tab. 10 Tloušťka povlaku nátěru obsahujícího inhibitory koroze

Měření tloušťky suchého povlaku											
Vzorek	Číslo měření										Průměrná tloušťka [μm]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
N1	84,3	83,7	79,8	92	95,1	88,9	95,7	99,7	85,9	97,6	90,27
N2	97,3	98,6	92,9	86,3	100	87,3	91,5	85,5	82,7	77,3	89,94
N3	103	81,6	84,1	86,2	102	93,9	95,7	88,9	90	86,9	91,23
N4	167	124	63,4	133	71,4	123	93,8	74,8	120	101	107,14
N5	97,8	96,5	101	90,3	85,2	89,4	90,8	80,9	81,6	101	91,45
N6	109	133	108	124	85,6	102	100	119	120	96,2	109,68
N7	102	101	100	100	87,1	90,4	97,5	87,6	87,3	91,4	94,43
N8	97,1	93,1	90,6	89,5	81,7	79,5	79,9	85,4	92,7	80,1	86,96
Průměr tlouštěk											95,14

Tab. 11 Tloušťka povlaku fermeže

Měření tloušťky suchého povlaku											
Vzorek	Číslo měření										Průměrná tloušťka [μm]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
F1	32,7	22,6	30,8	20,9	36,6	20,8	26	24,8	24	25,9	26,51
F2	29,4	37,8	26,4	18,8	29,4	29	21,5	35,5	38,5	22,4	28,87
F3	36,9	41,3	20,3	21,2	16,6	29,4	40	28,5	34	33,6	30,18
F4	23,6	27	29,1	23,9	27,7	24,5	26,3	23,5	23,1	21,1	24,98
F5	35,5	22,2	34,1	24,9	28,1	38,8	21,4	21,1	30,6	20,1	27,68
F6	31,6	26,7	30,9	25,9	22,1	38	25,7	20,9	29,4	20,8	27,2
F7	27	24,8	23,8	26,6	24,5	20,3	26,2	22,2	24,3	22	24,17
F8	26,7	22,3	29,7	25,2	25,6	27,3	28,5	26,5	28,7	29,2	26,97
Průměr tlouštěk										27,07	

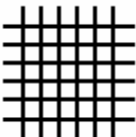
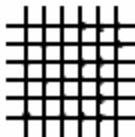
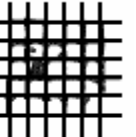
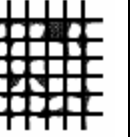
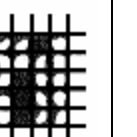
6.8 Mřížková zkouška dle ČSN EN ISO 2409

Metoda, kterou je hodnocena odolnost povlaků z nátěrových hmot k oddělení od podkladu, jestliže je nátěr proříznut až k podkladu. [22]

6.8.1 Postup mřížkové zkoušky

- Zkušební vzorek se umístí na pevný, rovný povrch, aby se zabránilo jakékoliv deformaci vzorku během zkoušky.
- Kontrola ostří řezného nástroje se před zkouškou prohlédne.
- Řezný nástroj se drží ostřím kolmo k povrchu zkušebního vzorku. Stejným tlakem na řezný nástroj a pomocí příslušné vodící šablony se provede do povlaku 6 řezů rovnoměrnou řeznou rychlostí. Vzdálenost řezů musí být 2 mm s ohledem na tloušťku nátěru.
- K vytvoření mřížky se vzorek otočí o 90° a opět se vytvoří 6 řezů. Vzdálenost řezů musí být 2 mm.
- Měkkým štětcem se vzorek několikrát lehce otře podél obou úhlopříček mřížky.
- Na mřížku se přilepí samolepící průhledná páska o šířce 25mm a přilnavosti 10 ± 1 N. Páska se v místě mřížky přejede prstem, pro lepší kontakt s nátěrem.
- Páska se tažením za volný konec pod úhlem 60° za 0,5 s až 1,0 s odlepí. [22]

Tab. 12 Klasifikace výsledků zkoušek

Velikost poškození [%]	0	0<5	5<15	15<35	35<65	65<100
Klasifikace	0	1	2	3	4	5
Vzhled mřížky						-

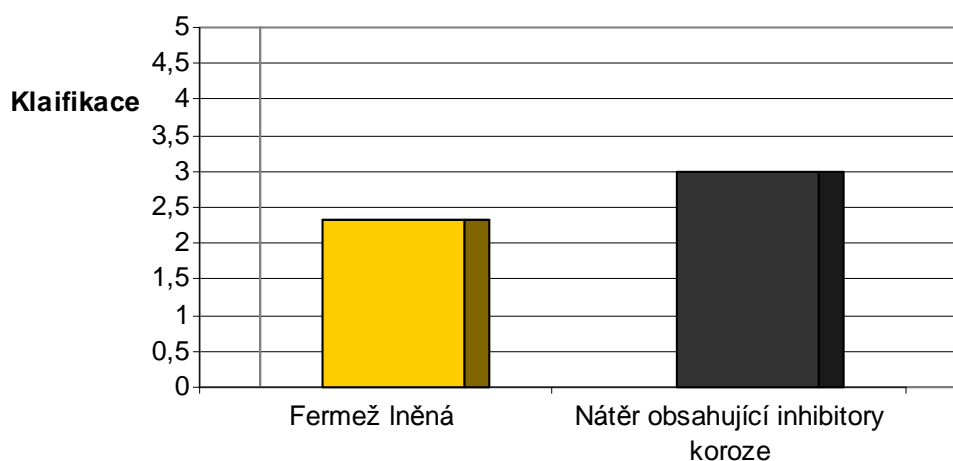
6.8.2 Hodnocení mřížkové zkoušky

Tab. 13 Výsledky mřížkové zkoušky fermeže

Vzorek	F ₁	F ₁	F ₁	F ₄	F ₄	F ₄	F ₆	F ₆	F ₆
Klasifikace	2	2	3	2	3	1	2	4	2

Tab. 14 Výsledky mřížkové zkoušky nátěru obsahujícího inhibitory koroze

Vzorek	N ₁	N ₁	N ₁	N ₂	N ₂	N ₂	N ₇	N ₇	N ₇
Klasifikace	3	3	2	4	4	3	3	2	3

Graf 2 Průměrné hodnoty mřížkové zkoušky

6.8.3 Zhodnocení mřížkové zkoušky

U této zkoušky byla zjištěna odolnost proti oddělení nátěru od podkladu, tento postup nemá být považován za měření přilnavosti. Čím více z mřížky zůstane na samolepící pásce, tím je odolnost proti oddělení menší. Fermež obstála v této zkoušce oproti nátěru obsahujícího inhibitory koroze lépe, ale jen nepatrně. Tato zkouška je ovlivněna přilnavostí ochranných povlaků k povrchu.

6.9 Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou dle ČSN EN ISO 9227

Zjišťujeme protikoroziční odolnost kovových materiálů s ochrannými povlaky, bez nich nebo s dočasnou ochranou. Slouží k rychlému zjištění nespojitostí, pórů, defektů organických a anorganických povlaků. [24]

6.9.1 Provozní podmínky solné komory LIEBISCH S400 M-TR

- tlak vzduchu 3÷4 bar
- tlak vody 2,5÷3 bar
- průtok vody 0,45 l/hod
- teplota prostředí 35 ± 2 °C
- teplota navlhčovače 55 °C
- vlhkost 100 %
- solná mlha - 5 % vodný roztok NaCl



Obr. 27 LIEBISCH S400 M-TR

6.9.2 Orientační hodnoty mezi realitou a simulací v korozní komoře

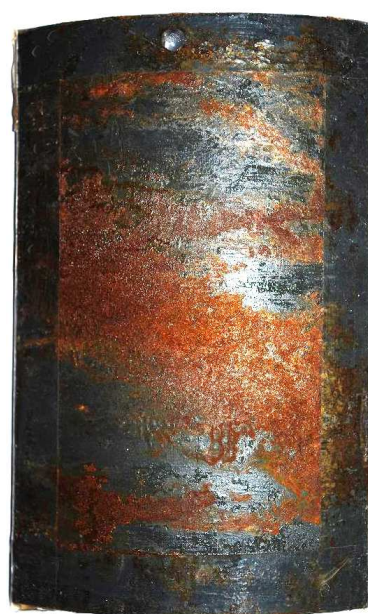
Tab. 15 Korozní odolnost [15]

Korozní odolnost	
Simulovaná doba v korozní komoře	Realita - skutečnost
720 h	cca 10 let
72 h	cca 1 rok
56h	cca 280 dní
32h	cca 160 dní
16h	cca 80 dní
8h	cca 40 dní
6 h	cca 1 měsíc

6.9.3 Hodnocení zkoušky solnou mlhou



a) 8 hodin



b) 16 hodin



c) 32 hodin



d) 56 hodin

Obr. 28 Působení solné mlhy po určitou dobu na fermež bez řezu

Tab. 16 Hodnocení fermeže bez řezu

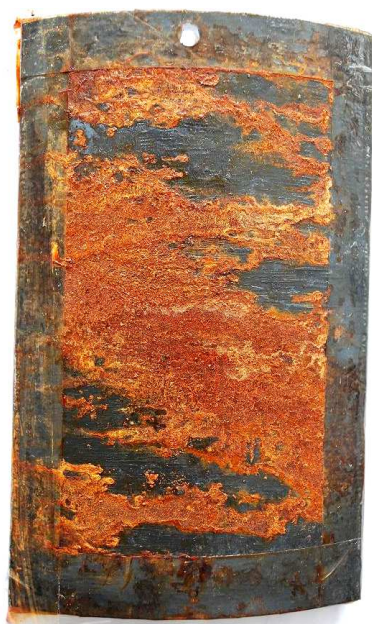
Vzorek	Stupeň puchýřkování	Stupeň prerezivění	Stupeň koroze/delaminace
8 hodin	3 (S2)	Ri 4 (S3)	-
16 hodin	3 (S2)	Ri 5 (S3)	-
32 hodin	4 (S2)	Ri 5 (S3)	-
56 hodin	4 (S2)	Ri 5 (S3)	-



a) 8 hodin



b) 16 hodin



c) 32 hodin



d) 56 hodin

Obr. 29 Působení solné mlhy po určitou dobu na fermež s řezem**Tab. 17** Hodnocení fermeže s řezem

Vzorek	Stupeň puchýřkování	Stupeň prorezivění	Stupeň koroze/delaminace
8 hodin	3 (S2)	Ri 5 (S3)	5/5
16 hodin	3 (S2)	Ri 5 (S3)	5/5
32 hodin	4 (S2)	Ri 5 (S3)	5/5
56 hodin	4 (S2)	Ri 5 (S3)	5/5



a) 8 hodin



b) 16 hodin



c) 32 hodin



d) 56 hodin

Obr. 30 Působení solné mlhy po určitou dobu na nátěr obsahující inhibitory koroze bez řezu**Tab. 18** Hodnocení nátěru obsahujícího inhibitory koroze bez řezu

Vzorek	Stupeň puchýřkování	Stupeň prorezivění	Stupeň koroze/delaminace
8 hodin	0 (S0)	Ri 1 (S5)	-
16 hodin	0 (S0)	Ri 3 (S5)	-
32 hodin	1 (S1)	Ri 4 (S4)	-
56 hodin	2 (S1)	Ri 4 (S4)	-



a) 8 hodin



b) 16 hodin



c) 32 hodin



d) 56 hodin

Obr. 31 Působení solné mlhy po určitou dobu na nátěr obsahující inhibitory koroze s řezem**Tab. 19** Hodnocení nátěru obsahujícího inhibitory koroze s řezem

Vzorek	Stupeň puchýřkování	Stupeň prorezivění	Stupeň koroze/delaminace
8 hodin	0 (S0)	Ri 3 (S5)	1/1
16 hodin	0 (S0)	Ri 4 (S5)	1/1
32 hodin	1 (S1)	Ri 4 (S4)	2/2
56 hodin	2 (S1)	Ri 5 (S4)	4/2



6.9.4 Zhodnocení zkoušky solnou mlhou

Zkouška v solné mlze byla nejprůkaznější, co se týče rozdílu mezi oběma nátěry. Fermež prokázala menší odolnost vůči agresivnímu prostředí než nátěr obsahující inhibitory koroze. Vzorek natřený fermeží ať už s řezem nebo bez něj vykazoval známky koroze na velké části povrchu již po 8 hodinách. Vzorek bez řezu s nátěrem obsahujícím inhibitory koroze začal korodovat po 16 hodinách strávených v solné mlze a koroze se projevila jen v místech defektů nátěru. U vzorků s řezem začala koroze po 8 hodinách, ale jen v místě řezu a po 16 hodinách i mimo něj.

7 ZÁVĚR

V teoretické části bylo mým úkolem prostudovat povrch ocelového substrátu a jeho vlastnosti. Ve druhé části jsem se zabýval výrobou trubek válcováním za tepla, tato technologie byla použita u vzorků. Vzorky se používají jako trubky pro ropovod. Bývá na ně aplikována fermež jako povlakový systém, který je prostudován v další části. Druhý nátěr, který se aplikuje je nátěr obsahující inhibitory koroze, a proto se v poslední části zabývám tenkými povrchovými vrstvami, jejich vlastnostmi a použitím.

Experimentální část byla zaměřena na porovnání vlastností dvou různých nátěrů aplikovaných na trubku. Vzorky byly válcované za tepla a pro zachování reálných podmínek nebyly už nijak opracovány nebo očištěny. Před natřením trubky jsem změřil její drsnost, ta se pohybovala okolo $R_a = 12,5 \mu\text{m}$. Provedl jsem zkoušku prašnosti a ukázalo se, že povrch vzorků vykazuje velkou míru nečistot.

Při natírání jsem kontrolovat tloušťku mokré vrstvy pomocí hřebenové měrky u nátěru obsahujícího inhibitory koroze, u fermeže tato kontrola nebyla provedena kvůli zachování reálných podmínek. Tloušťka suché vrstvy fermeže byla asi 3x menší než u nátěru obsahujícího inhibitory koroze. Nevýhodou fermeže byla lepivost, kterou vykazovala i po 5-ti dnech schnutí.

V další části jsem provedl mřížkovou zkoušku. Ukázalo se, že fermež měla větší odolnost proti oddělení od podkladu než nátěr obsahující inhibitory koroze, ale jen nepatrně. Znamená to, že i přes veliké znečištění povrchu oba nátěry celkem dobře přilnuly k povrchu.

Zkouška v korozní komoře ukázala největší rozdíl mezi oběma nátěry. Ať už s řezem nebo bez něj bylo zjevné, že nátěr obsahující inhibitory koroze vydrží větší dobu působení solné mlhy. Napadení korozí se projevilo po 8 hodinách s řezem a po 16 bez řezu, ale jen v nepatrné míře. Fermež v obou případech korodovala už po 8 hodinách na velké ploše povrchu. To znamená, že její protikorozní ochrana je výrazně nižší.

Bylo by výhodnější použít nátěr obsahující inhibitory koroze, hlavně díky jeho vyšší korozivzdornosti, než doposud používanou fermež.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PODJUKLOVÁ, Jitka. *Speciální technologie povrchových úprav I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1994. 76 s. ISBN 80-7078-235-8
- [2] MOHYLA, Miroslav. *Technologie povrchových úprav*. 3.vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 156 s. ISBN 80-248-1217-7
- [3] FIALA, Jaroslav – KRAUS, Ivo. *Povrchy a rozhraní*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2009. 299 s. ISBN 978-80-01-04248-9
- [4] BOTHE, Otakar. *Strojírenská technologie II.: pro strojírenské studijní obory*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1980. 164 s. ISBN 04-223-80
- [5] HLUCHÝ, Miroslav. – KOLOUCH, Jan. *Strojírenská technologie I. 1. díl: Nauka o materiálu*. 3. vyd. Praha: Scientia, spol s.r.o., 2002. 266s. ISBN 80-7183-262-6
- [6] TICHÁ, Šárka. *Strojírenská metrologie – část 1*. dotisk 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 112 s. ISBN 978-80-248-0671-6
- [7] KRAUS, Václav. *Povrchy a jejich úpravy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2000. 216 s. ISBN 80-7082-668-1
- [8] BARABASZOVÁ, Karla. *Nanotechnologie a nanomateriály*. 1. vyd. Ostrava: Tiskárna Schenk, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1210-X
- [9] DOBROVODSKÁ, Lenka. – PODJUKLOVÁ, Jitka. – HRABOVSKÁ, Kamila. – LÁNÍK, Tomáš. – PELIKÁNOVÁ, Kateřina. – MENŠÍKOV, Vladimír Viktorovi. *Sborník přednášek*. Rožnov pod Radhoštěm: Copyright 2009. ISBN 978-80-87294-12-3
URL: <<http://www.nanocon.cz/data/nanocon2009/sbornik/Lists/Papers/089.pdf>> [cit. 2010-4-11].
- [10] PODANÝ, Pavel. – KŘÍŽ, Antonín. *Tenké vrstvy*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005
URL: <http://www.benjamin.ic.cz/phd_podany_pre.pdf> [cit. 2010-4-11].
- [11] KUBÍNEK, Roman. – STRÁNSKÁ, Vendula. *Nanotechnologie*. 22 s.
URL: <<http://exfyz.upol.cz/didaktika/oprlz/nanotechnologie.pdf>> [cit. 2010-4-11].
- [12] PRNKA, Tasilo. – ŠPERLINK, Karel. *Nanotechnologie*. 1. vyd. Ostrava: Repronis, 2004. 70 s. ISBN 80-7329-070-7
- [13] LENFELD, Petr. *Technologie II - 1. část, tváření kovů*. Liberec: TU Liberec, 2005, 110 s. ISBN 80-7372-020-5

- [14] KUHN, Jan. *Nanotechnologie v automobilovém průmyslu*. MM Průmyslové spektru,. duben 2006, roč. 6, č. 4, s. 69. ISSN 1212-2572
URL: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/nanotechnologie-v-automobilovem-prumyslu>> [cit. 2010-4-11].
- [15] PODJUKLOVÁ, Jitka. *Komplexní systém krátkodobé a dlouhodobé antikorozní ochrany materiálů hutní produkce*. Program Kontakt. Ostrava: 2008. 89s. číslo projektu ME08083
- [16] ČSN ISO 8502-3 – *Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Zkoušky pro vyhodnocení čistoty povrchu – Část 3: Stanovení prachu na ocelovém povrchu připraveném pro natírání (metoda snímání lepicí páskou)*. Český normalizační institut, 1996
- [17] ČSN EN ISO 4287 – *Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Struktura povrchu: Profilová metoda – Termíny, definice a parametry struktury povrchu*. Český normalizační institut, 1999
- [18] ČSN EN ISO 4628-1 – *Nátěrové hmoty – Hodnocení degradace nátěrů – Klasifikace množství a velikosti defektů a intenzity jednotných změn vzhledu – Část 1: Obecný úvod a systém klasifikace*. Český normalizační institut, 2004
- [19] ČSN EN ISO 4628-2 – *Nátěrové hmoty – Hodnocení degradace nátěrů – Klasifikace množství a velikosti defektů a intenzity jednotných změn vzhledu – Část 2: Hodnocení stupně puchýřkování*. Český normalizační institut, 2004
- [20] ČSN EN ISO 4628-3 – *Nátěrové hmoty – Hodnocení degradace nátěrů – Klasifikace množství a velikosti defektů a intenzity jednotných změn vzhledu – Část 3: Hodnocení stupně prorezavění*. Český normalizační institut, 2004
- [21] ČSN EN ISO 4628-8 – *Nátěrové hmoty – Hodnocení degradace nátěrů – Klasifikace množství a velikosti defektů a intenzity jednotných změn vzhledu – Část 8: Hodnocení stupně delaminace a koroze v okolí řezu*. Český normalizační institut, 2005
- [22] ČSN EN ISO 2409 – *Nátěrové hmoty - Mřížková zkouška*. Český normalizační institut, 2007
- [23] ČSN EN ISO 2808 – *Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky nátěru*. Český normalizační institut, 2007
- [24] ČSN EN ISO 9227 – *Korozní zkouška v umělých atmosférách – Zkouška solnou mlhou*. Český normalizační institut, 2007
- [25] ČSN EN ISO 16276-2 *Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 2: Mřížková zkouška a křížkový řez*. Český normalizační institut, 2008
- [26] *Svaření vodičů*
URL: <<http://www.infoenergie.cz/web/galerie/obrazky/1182502409-v.jpg>> [cit. 2010-4-11].



- [27] *Válcování*
URL: <http://www.fotoatelieroscar.cz/galerie/00_akce/max/00_025.jpg>
[cit. 2010-4-11].
- [28] *Válcování bežešvých trubek*
URL: <<http://www.tube.cz/doc/vvtkatalog.pdf>> [cit. 2010-4-11].
- [29] *Lotosový efekt*
URL: <<http://www.mr-aris.cz/webtheme/img/nanotechnologie3.jpg>> [cit. 2010-4-11].
- [30] *Řezný nástroj opatřený nanovrstvou*
URL: <http://www.mmspektrum.com/multimedia/image/29/2914_big.jpg>
[cit. 2010-4-11].
- [31] *Skříčka brýlí*
URL: <http://shop.sportisimo.cz/images/userfiles/image/technologie/uvex/UV-Schutz_Scheibe_neu.jpg> [cit. 2010-4-11].
- [32] *Solární panely*
URL: <<http://i244.photobucket.com/albums/gg13/sanjiibb/04%20Amazing%20Information/nanotechnology/Nanotechnology3.jpg>> [cit. 2010-4-11].
- [33] *Úhel smáčení*
URL: <http://www.osel.cz/_img/img1113366899.gif> [cit. 2010.5.3].
- [34] *Testovací inkousty*
URL: <http://www.gamin.cz/katalog/merici-a-laboratorni-pristroje/priprava-povrchu--cistota/povrchove_napeti_inkousty> [cit. 2010.5.3].



SEZNAM PŘÍLOH

			Počet listů:
Příloha A	–	Bezpečnostní list: FERMEŽ LNĚNÁ P 6420	3
Příloha B	–	Tabulky k hodnocení zaprášenosti povrchu	1

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Chemisorpce	4
Obr. 2 Fyzikální adsorpce	4
Obr. 3 Absorpce	4
Obr. 4 Inkorporace	4
Obr. 5 Svaření vodičů	4
Obr. 6 Schéma nerovností	4
Obr. 7 Základní parametry profilu	4
Obr. 8 Válcování	4
Obr. 9 Válcování bezešvých trubek	4
Obr. 10 Mannesmanův způsob	4
Obr. 11 Stiefelův způsob	4
Obr. 12 Asselův způsob	4
Obr. 13 Porovnání tloušťky lidského vlasu a tenké vrstvy	4
Obr. 14 Lotosový efekt	4
Obr. 15 Řezný nástroj opatřený nanovrstvou	4
Obr. 16 Sklíčka brýlí	4
Obr. 17 Solární panely	4
Obr. 18 Válcovaná trubka	4
Obr. 19 Povrch válcované trubky zvětšení 100x	4
Obr. 20 Mitutoyo Surftest SJ – 301	4
Obr. 21 Úhel smáčení	4
Obr. 22 Testovací inkousty	4
Obr. 23 Pec SN30/H	4
Obr. 25 Hřebenová měrka BASTRO	4
Obr. 26 ELCOMETR 456	4
Obr. 27 LIEBISCH S400 M-TR	4
Obr. 28 Působení solné mlhy po určitou dobu na fermeži bez řezu	4
Obr. 29 Působení solné mlhy po určitou dobu na fermeži s řezem	4
Obr. 30 Působení solné mlhy po určitou dobu na nátěr obsahující inhibitory koroze bez řezu	4
Obr. 31 Působení solné mlhy po určitou dobu na nátěr obsahující inhibitory koroze s řezem	4



SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Tab. 1 Oblasti povrchu	4
Tab. 2 Přehled vlastností tenké vrstvy s nanočásticemi	4
Tab. 3 Mechanické vlastnosti oceli S355J2H (11 503)	4
Tab. 4 Chemické složení oceli S355J2H (11 503)	4
Tab. 5 Zaprášení	4
Tab. 6 Parametry měření k danému grafu	4
Tab. 7 Naměřené drsnosti povrchu vzorků	4
Tab. 8 Typy smáčení povrchu	4
Tab. 9 Hodnocení povrchového napětí vzorků	4
Tab. 10 Tloušťka povlaku nátěru obsahujícího inhibitory koroze	4
Tab. 11 Tloušťka povlaku fermeže	4
Tab. 12 Klasifikace výsledků zkoušek	4
Tab. 13 Výsledky mřížkové zkoušky fermeže	4
Tab. 14 Výsledky mřížkové zkoušky nátěru obsahujícího inhibitory koroze	4
Tab. 15 Korozní odolnost	4
Tab. 16 Hodnocení fermeže bez řezu	4
Tab. 17 Hodnocení fermeže s řezem	4
Tab. 18 Hodnocení nátěru obsahujícího inhibitory koroze bez řezu	4
Tab. 19 Hodnocení nátěru obsahujícího inhibitory koroze s řezem	4
Graf 1 Parametry drsnosti	4
Graf 2 Průměrné hodnoty mřížkové zkoušky	4

PŘÍLOHA A

**BARVY A LAKY HOSTIVAŘ**

BEZPEČNOSTNÍ LIST

Datum vydání : 1.9.2007

Datum revize :

Číslo revize :

Strana 1/3

Název přípravku : FERMEŽ LNĚNÁ P 6420

1. IDENTIFIKACE PŘÍPRAVKU A SPOLEČNOSTI**1.1. Identifikace přípravku :** FERMEŽ LNĚNÁ P 6420**1.2. Použití přípravku :** ředidlo pro olejové a fermežové barvy**1.3. Identifikace společnosti :**Výrobce : **BARVY A LAKY HOSTIVAŘ a.s.** IČ: 26765306

Adresa : Průmyslová 1472/11, Praha 10 Hostivař, CZ-102 19 Česká republika,

Tel: +420 2710 84 111, +420 2965 84 111 - k dispozici v pracovní době 7- 15,30 h

Fax: +420 272 70 64 72, e-mail: bal@bal.cz Http: www.bal.cz**1.4. Telefonní číslo pro mimořádné situace :****Toxikologické informační středisko,** Na Bojišti 1, 120 00 Praha 2

Tel : +420 224 919 2 93 nebo +420 224 915 402 - k dispozici nepřetržitě

2. IDENTIFIKACE RIZIK :**2.1. Klasifikace přípravku :**

Přípravek není klasifikován jako nebezpečný.

2.2. Nejzávažnější nepříznivé účinky na životní prostředí při používání přípravku : nejsou**2.3. Možné nesprávné použití přípravku :** použití, které není v souladu s návodem k použití a údaji v tomto bezpečnostním listu.**3. SLOŽENÍ NEBO INFORMACE O SLOŽKÁCH :****3.1. Složení :**

Lněný olej se sušidlem. Obsah senzibilizující látky < 0,1 %. Obsah lakového benzínu < 1 %.

3.2. Údaje o nebezpečných složkách :

Přípravek neobsahuje nebezpečné látky.

4. POKYNY PRO PRVNÍ POMOC:**4.1. Obecně:** projeví-li se zdravotní potíže nebo v případě pochybností a při náhodném požití a zasažení očí vždy vyhledejte lékaře a poskytněte mu informace z tohoto bezpečnostního listu.**4.2. Při zasažení kůže:** odložit kontaminovaný oděv a kůži omýt velkým množstvím vody a mýdlem.**4.3. Při požití :** vypláchnout ústa a vypít asi půl litru vody.**4.4. Při zasažení očí :** vyplachovat široce otevřené 10 až 15 minut čistou vodou.**5. OPATŘENÍ PRO ZDOLÁVÁNÍ POŽÁRU :****5.1. Vhodná hasiva :** prášek, CO₂, pěna (lehká, střední, těžká).**5.2. Nevhodná hasiva :** voda.**5.3. Zvláštní nebezpečí :** při požáru vývin toxických zplodin, sálavé teplo. Při požáru, při teplotách nad 250°C se mohou tvořit nízkomolekulární řetězce mastných kyselin, polymerů a akrolein. Tomu lze zabránit chlazením.

V případě nasáknutí, savé materiály organického původu (bavlna, textilie, papír, prach, dřevěné hobliny apod.), nasáklé fermeží se mohou za určitých okolností samovznítit. Tento odpad je nutné bezpečně likvidovat.

5.4. Zvláštní ochranné prostředky pro hasiče : ochranné obleky proti sálavému teplu, dýchací přístroje.**5.5. Další údaje :** uzavřené nádoby chladit proudem vody.**6. OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ NÁHODNÉHO ÚNIKU :****6.1. Bezpečnostní opatření na ochranu osob:** nevdechovat výpary, zamezit styku s kůží a očima. Používat vhodný ochranný oděv a rukavice, podle potřeby i ochranné brýle a obličejový štít a vhodné vybavení k ochraně dýchadel. V uzavřených místnostech zajistit přívod čerstvého vzduchu.**6.2. Bezpečnostní opatření na ochranu životního prostředí :** zamezit úniku do životního prostředí**6.3. Doporučené metody zneškodnění a čištění :** mechanicky sebrat, zbytek nechat vsáknout do vhodného sorbentu /vapex, písek, hlína, piliny/ a uložit v kontejneru pro likvidaci.**7. ZACHÁZENÍ A SKLADOVÁNÍ :****7.1. Pokyny pro zacházení :** Zamezit styku s kůží a očima. Savé materiály organického původu (bavlna, textilie, papír, prach, dřevěné hobliny apod.), nasáklé fermeží se mohou za určitých okolností samovznítit. Tento odpad je nutné bezpečně likvidovat.**7.2. Pokyny pro skladování :**

Skladovat v uzavřených obalech, ve větraných prostorech v rozmezí teplot 5 až 25°C podlé ČSN 65 0201. Neskladovat na přímém slunci ani v blízkosti zdrojů tepla.

8. OMEZOVÁNÍ EXPOZICE /OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY :**8.1. Expoziční limity :**

Přípravek neobsahuje látky, pro něž jsou stanoveny expoziční limity (PEL) a nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) chemických látek v pracovním ovzduší.

8.2. Doporučená technická a jiná opatření na omezení expozice : viz odstavec 7.1.**8.2.1. Omezování expozice pracovníků :**

Všeobecná bezpečnostní a hygienická opatření : Při práci nejíst, nepít, nekouřit. Před pracovní přestávkou a po práci umýt ruce teplou vodou a mýdlem, ošetřit reparačním krémem.

**BARRY A LAKY HOSTIVAR**

BEZPEČNOSTNÍ LIST

Datum vydání : 1.9.2007

Datum revize :

Číslo revize :

Strana 2/ 3

Název přípravku : FERMEŽ LNĚNÁ P 6420

8.2.1.1. Ochrana dýchacích orgánů : není nutná**8.2.1.2. Ochrana rukou** : ochranné rukavice**8.2.1.3. Ochrana očí** : ochranné brýle**8.2.1.4. Ochrana kůže** : pracovní oděv**8.2.2. Omezování expozice životního prostředí** :

Přípravek neobsahuje těkavé organické látky.

9. FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI :

9.1. Obecné informace :

vzhled a skupenství (při 20°C) : kapalina

barva : žlutohnědá až hnědočervená

zápach : charakteristický po lněném oleji

9.2. Informace důležité z hlediska ochrany zdraví, bezpečnosti a životního prostředí :

bod vzplanutí (°C) : nad 190

teplota vznícení (°C) : 343

teplota tání (°C) : -19

teplota varu (°C) : nad 250

hodnota pH (při 20°C, g/l) : neutrální

rozpuštěnost (při 20°C) ve vodě (g/l) : nerozpustné

rozpuštěnost v ostatních rozpouštědlech: alkohol, hexan, lakový benzín .

hustota (kg/m³) : cca 930

viskozita (při 20°C) mPa . s : 45-55

tenze par v kPa (20°C) : pod 1

meze výbušnosti : nejsou stanoveny

9.3. Další informace :

10. STÁLOST A REAKTIVITA :**10.1. Podmínky, kterých je třeba se vyvarovat** : žádné při odborném použití**10.2. Materiály, kterých je třeba se vyvarovat** : teplota nad 250°C viz b. 7.2.**10.3. Nebezpečné produkty rozkladu** : viz b. 5.3.**11. TOXIKOLOGICKÉ INFORMACE :****11.1. Nepříznivé účinky způsobené expozicí přípravku :****11.1.1. Akutní toxicita nebezpečné látky obsažené v přípravku :**

Toxikologické účinky přípravku nebyly testovány.

11.1.2. Senzibilizace : přípravek neobsahuje senzibilizující látky.**11.1.3. Karcinogenita** : přípravek neobsahuje látky, klasifikované jako karcinogeny.**11.1.4. Mutagenita** : přípravek neobsahuje látky, klasifikované jako mutageny.**11.1.5. Toxicita pro reprodukci** : neobsahuje látky, klasifikované jako toxické pro reprodukci.**12. EKOLOGICKÉ INFORMACE :****12.1. Ekotoxicita :**

Ekotoxicita přípravku nebyla testována.

Zamezit vniku do podzemních vod, zdrojů pitné vody, půdy a kanalizace.

12.2. Mobilita : pro přípravek nejsou údaje k dispozici**12.3. Perzistence a rozložitelnost** : biologicky rychle odbouratelná.**12.4. Bioakumulační potenciál (BCF)** : pro přípravek nejsou údaje k dispozici**12.5. Jiné nepříznivé účinky :****13. POKYNY K LIKVIDACI:**

Zbytky výrobku, znečištěné materiály a prázdné nevratné znečištěné obaly musí původce odpadu zlikvidovat v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb., O odpadech a o změně některých dalších zákonů a zákonem č. 477/2001 Sb. O obalech a o změně některých zákonů.

Použitý, řádně vyprázdněný obal je nutno odevzdat na sběrné místo obalových odpadů. Obaly se zbytky výrobku je nutno odložit na místě určeném obcí k odkládání nebezpečných odpadů nebo předat osobě oprávněné k nakládání s nebezpečnými odpady.

číslo odpadu :

odpadní oleje blíže nespecifikované : 13 08 99*

obal obsahující přípravek nebo obaly těmito přípravky znečištěné : 15 01 10

185/2001 Sb. činí odpad nebezpečným : C 41 organická rozpouštědla, s výjimkou halogenovaných rozpouštědel.

14. INFORMACE PRO PŘEPRAVU

Přípravek není dle mezinárodních dopravních předpisů (ADR/RID, IMDG a IATA) klasifikován jako nebezpečné zboží.

**BARVY A LAKY HOSTIVÁŘ**

BEZPEČNOSTNÍ LIST

Datum vydání : 1.9.2007

Datum revize :

Číslo revize :

Strana 3/3

Název přípravku : FERMEŽ LNĚNÁ P 6420

15. INFORMACE O PŘEDPISECH

15.1. Informace týkající se ochrany zdraví, bezpečnosti a ochrany životního prostředí, které musí být podle zákona uvedeny na obalu přípravku :

Označení výstražným symbolem : **bez symbolu****R věty** : žádné**S věty** : žádné

15.2. Právní předpisy, použitelné pro tento přípravek :

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006, o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky a prováděcí a související předpisy. • Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů, Vyhláška č. 381/2001 Sb. Katalog odpadů. • Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady • Zákon č. 258/2000 Sb. o veřejném zdraví • Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci • Vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli. • Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší • Vyhláška č. 355/2002 Sb., kterou se stanoví emisní limity a další podmínky provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší emitujících těkavé organické látky z procesů aplikujících organická rozpouštědla ze skladování a distribuce benzínu, ve znění Vyhlášky 509/2005 Sb. • Vyhláška č. 356/2001 Sb., kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob předávání zpráv a informací, zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek, tmavosti kouře, přípustné míry obtěžování zápachem a intenzity pachů, podmínky autorizace osob, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování • Zákon č. 477/2001 Sb. o obalech ve znění pozdějších předpisů. • Vyhláška č. 115/2002 Sb. o podrobnostech nakládání s obaly. • Zákon č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií. • Sdělení č. 33/2005 Sb. (ADR), sdělení č. 34/2005 Sb. (RID)

16. DALŠÍ INFORMACE

16.1. Seznam a plné znění použitých R-vět, uvedených v b. 3 : -

16.2. Změny proti předchozímu vydání jsou v b. : -

16.3. Zdroje nejdůležitějších údajů použitých při sestavování bezpečnostního listu :

Bezpečnostní listy dodavatelů surovin, Databáze ECB ESIS : EINECS/ELINCS (Evropská chemická kancelář – Evropský informační systém o chemických látkách) ChemDat Merck, Fluka, Požárně a bezpečnostně technické charakteristické hodnoty nebezpečných látek.

16.4. Pokyny pro školení :

Právníká osoba anebo podnikající fyzická osoba, nakládající s tímto chemickým přípravkem se musí seznámit s údaji uvedenými v tomto bezpečnostním listu a být proškolená z bezpečnostních pravidel.

16.5. Upozornění : Bezpečnostní list byl vypracován na základě Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006

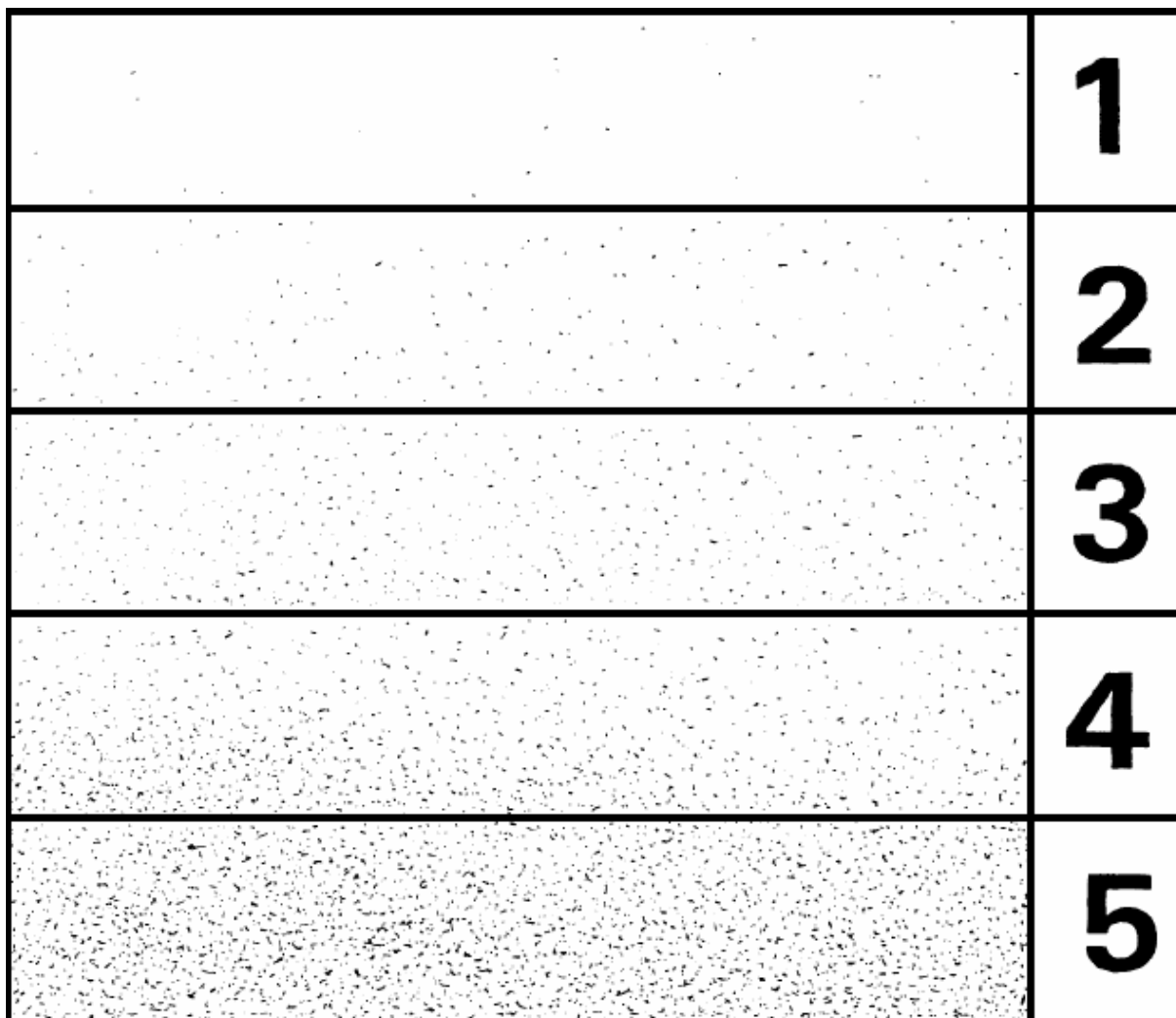
Klasifikace byla provedena konvenční výpočtovou metodou. Obsahuje údaje potřebné pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a ochrany životního prostředí. Uvedené údaje odpovídají současnému stavu vědomostí a zkušeností a jsou v souladu s platnými právními předpisy. Nemohou být považovány za záruku vhodnosti a použitelnosti výrobku pro konkrétní aplikaci.

16.6. Kontaktní místo pro poskytování technických informací :

Tel: +420 2710 84 111, + 420 2965 84 111, Fax: + 420 272 70 64 72, e-mail: bal@bal.cz Http: www.bal.cz

PŘÍLOHA B

Obrazová stupnice odpovídající množství prachu dle označení 1, 2,3, 4 a 5



Tabulka třídy velikosti prachových částic

Třída	Popis prachových částic
0	částice neviditelné při zvětšení 10 x
1	částice viditelné při zvětšení 10 x, ale ne prostým okem (obvykle částice menší než 50 μm v průměru)
2	částice již viditelné prostým okem (obvykle částice mezi 50 μm a 100 μm v průměru)
3	částice jasně viditelné prostým okem (částice od 0,5 mm v průměru)
4	částice mezi 0,5 a 2,5 mm v průměru
5	částice větší než 2,5 mm v průměru